

## Umwälzgebläse, Vakuumpumpe oder dergleichen

**Publication number:** DE19511430

**Publication date:** 1996-10-02

**Inventor:** BAHNEN RUDOLF DR (DE); THIEL MATTHIAS (DE);  
RONTHALER KARL-HEINZ (DE); THOEREN HEINZ  
(DE); CLARENBACH VOLKER (DE); MEUTER  
HERBERT (DE)

**Applicant:** LEYBOLD AG (DE)

**Classification:**

- international: **F04B49/10; F04D27/00; F04D27/02; F04D29/04;  
G01H1/00; F04B49/10; F04D27/00; F04D27/02;  
F04D29/04; G01H1/00; (IPC1-7): F04C18/12;  
F04C29/00; F04D29/00; F16C19/52**

- european: **F04D27/00; F04D27/02; F04D29/04C; G01H1/00B**

**Application number:** DE19951011430 19950329

**Priority number(s):** DE19951011430 19950329

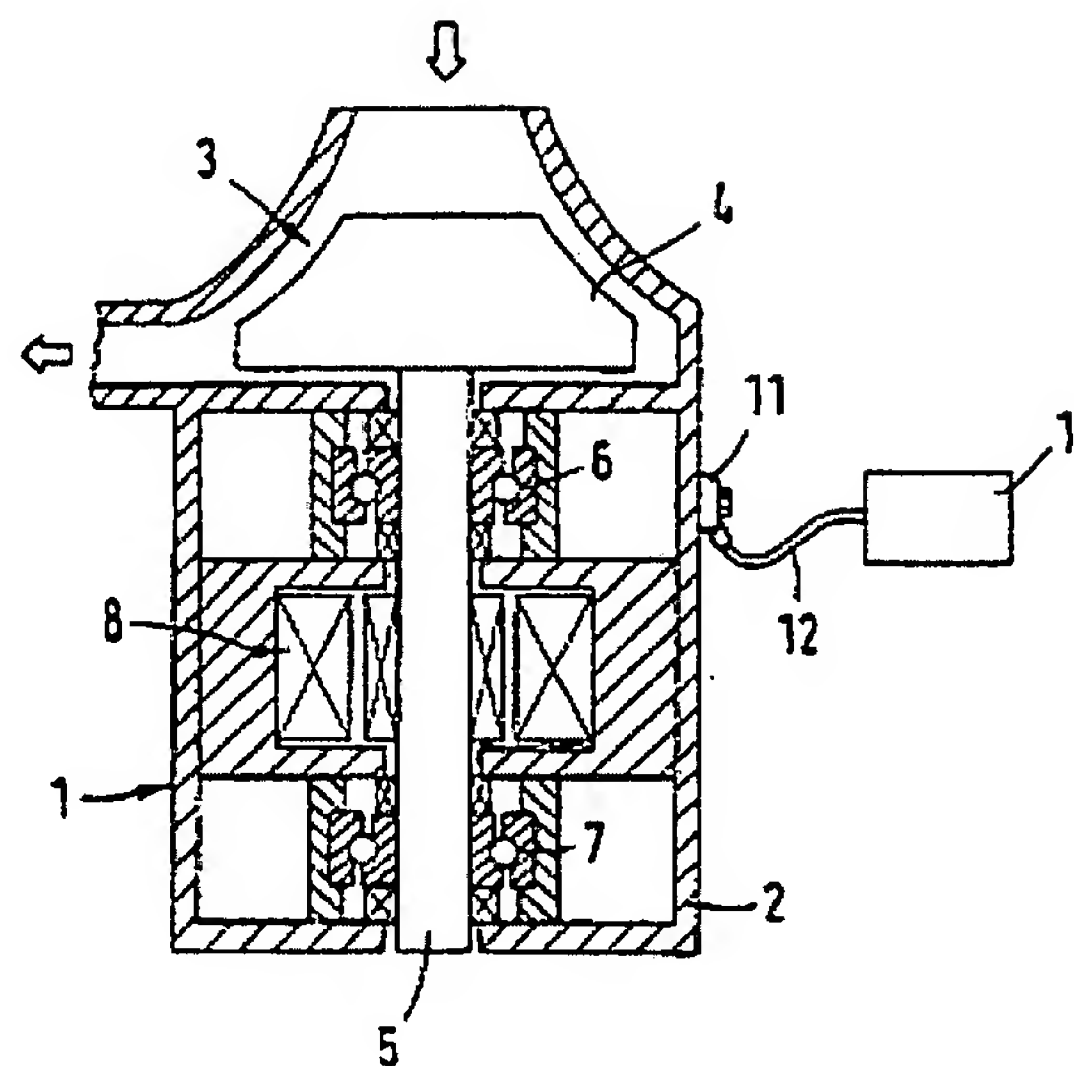
**Also published as:**

WO9630649 (A1)  
EP0817917 (A1)  
EP0817917 (A0)  
EP0817917 (B1)

[Report a data error here](#)

### Abstract of DE19511430

The invention relates to a circulating blower, a vacuum pump or a similar machine with a housing (2), a rotor (3) fitted therein and rotor bearings (6, 7). For the early detection especially of bearing damage, it is proposed that a structure-borne noise sensor (11) be secured to the pump housing (2) and an electronic unit (14) be provided for processing and evaluating the signals supplied by the sensor (11).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 11 430 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 04 C 18/12**  
F 04 C 29/00  
F 04 D 29/00  
F 16 C 19/52

⑳ Aktenzeichen: 195 11 430.2  
㉑ Anmeldetag: 29. 3. 95  
㉒ Offenlegungstag: 2. 10. 98

DE 195 11 430 A 1

- ㉑ Anmelder:  
Leybold AG, 50968 Köln, DE
- ㉒ Vertreter:  
Leineweber, J., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 50859 Köln
- ㉓ Erfinder:  
Bahnen, Rudolf, Dr., 52159 Roetgen, DE; Thiel, Matthias, 50354 Hürth, DE; Ronthaler, Karl-Heinz, 53909 Zülpich, DE; Thören, Heinz, 41470 Neuß, DE; Clarenbach, Volker, 52074 Aachen, DE; Meuter, Herbert, 52135 Herzogenrath, DE

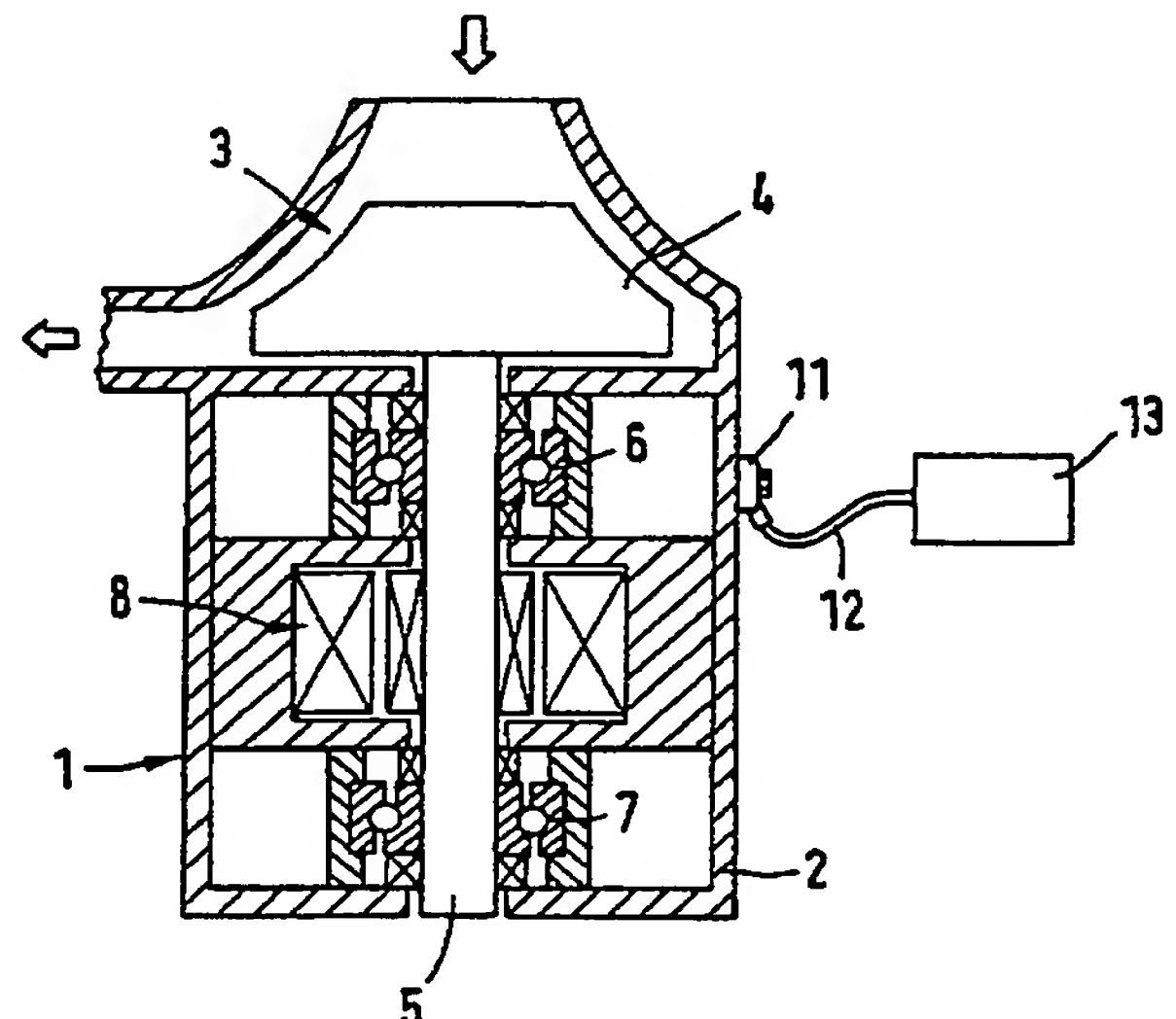
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 41 18 721 A1  
DE 39 27 077 A1  
US 47 98 299  
WO 94 13 968 A2  
Kugellager-Zeitschrift 238, SKF Service GmbH,  
Schweinfurt, Jg.66, S.1,14,15;

EVSEEV, D.G., et.al.: Use Of Acoustic Emission To Check The Structural Inhomogeneity Of Assembly Components Subjected To Rolling Friction. In: Soviet Ingeneering-Research, 3/92, S.7-13;  
OSER, J., LENSING, J.: Früherkennung von Wälzlagerschäden - Betriebserfahrungen und Gerätetechnik. In: Der Konstrukteur 6/1983, S.103-108;  
RAUTERT, Jürgen: Programm DYLA für die Berechnung körperschallanregender Lagerkräfte in Stirn- und Kegelradgetrieben. In: antriebstechnik 33, 1994, Nr.5, S.49-53;  
JP Patents Abstracts of Japan: 61-228119 A., M- 567, March 4, 1987, Vol.11, No. 71;  
61-228120 A., M- 567, March 4, 1987, Vol.11, No. 71;  
1-275906 A., M- 926, Jan. 26, 1990, Vol.14, No. 46;  
6- 17826 A., M-1597, April 25, 1994, Vol.18, No.227;  
63-251619 A., M- 792, Febr. 2, 1989, Vol.13, No. 45;  
4-203521 A., M-1337, Nov. 16, 1992, Vol.16, No.545;  
1- 49708 A., M- 833, June 5, 1989, Vol.13, No.237;  
63-152715 A., M- 759, Nov. 4, 1988, Vol.12, No.416;  
62-270820 A., M- 694, May 10, 1988, Vol.12, No.149;  
62-151621 A., M- 650, Dec 11, 1987, Vol.11, No.380;  
62- 82016 A., M- 617, Aug. 19, 1987, Vol.11, No.255;  
61-228118 A., M- 567, March 4, 1987, Vol.11, No. 71;  
58- 77915 A., M- 232, July 30, 1983, Vol. 7, No.173;  
4-136517 A., M-1302, Aug. 28, 1992, Vol.16, No.410;  
4-194412 A., M-1332, Oct. 29, 1992, Vol.16, No.529;

⑤④ Umwälzgebläse, Vakuumpumpe oder dergleichen

- ⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf ein Umwälzgebläse, auf eine Vakuumpumpe oder auf eine ähnliche Maschine mit einem Gehäuse (2), mit einem im Gehäuse angeordneten Rotor (3) und mit Rotorlagern (6, 7); um insbesondere Lagerschäden möglichst früh erkennen zu können, wird vorgeschlagen, daß am Gehäuse (2) der Pumpe ein Körperschallsensor (11) befestigt ist und daß zur Verarbeitung und Auswertung der vom Sensor (11) gelieferten Signale eine elektronische Einheit (14) vorgesehen ist.



DE 195 11 430 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 96 602 040/220

6/27

Die Erfindung bezieht sich auf ein Umwälzgebläse, eine Vakuumpumpe oder eine ähnliche Maschine mit einem Gehäuse, mit einem im Gehäuse angeordneten Rotor und mit Rotorlagerungen.

Maschinen der erwähnten Art werden häufig bei Anlagen eingesetzt, die lange Betriebszeiten haben. Die Betriebszeit von Gaslasern, in welchen zur Umwälzung des Lasergases Gebläse benötigt werden, betragen beispielsweise 10 bis 20 000 Stunden.

Anlagen für die Erzeugung von Halbleiterbauteilen benötigen Vakuumpumpen. Sie werden häufig mehrere Monate ohne Unterbrechung betrieben.

Die Lebensdauer eines Gebläses oder einer Vakuumpumpe hängt maßgeblich von der Lebensdauer der eingebauten Lager ab. Ein Lagerausfall führt jedoch nicht nur zu einer Betriebsunterbrechung; er kann sogar — insbesondere bei mit hohen Drehzahlen betriebenen Gebläsen und Turbomolekularvakuumpumpen — einen Totalschaden der Pumpe zur Folge haben. Um diese nachteiligen Folgen eines Lagerausfalles zu vermeiden, ist man bisher den Weg der vorbeugenden Instandhaltung gegangen, d. h., daß die Lager relativ häufig ausgewechselt wurden. Vorbeugende Instandhaltungsarbeiten dieser Art sind aufwendig und kostspielig. Außerdem sind sie ebenfalls mit Betriebsunterbrechungen verbunden.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei Vakuumpumpen der eingangs erwähnten Art auf die relativ häufigen vorbeugenden Instandhaltungsarbeiten verzichten zu können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß das Gehäuse der Vakuumpumpe mit einem Körperschallsensor ausgerüstet ist und daß zur Verarbeitung und Auswertung der vom Sensor gelieferten Signale eine elektronische Einheit vorgesehen ist. Ein Körperschallsensor ist in der Lage, die während des Betriebs der Vakuumpumpe auftretenden Vibrationen bzw. Körperschallsignale zu erfassen, auszuwerten und beim Überschreiten eines vorgegebenen Grenzwertes Schaltvorgänge, z. B. das Abschalten der Pumpe, auszulösen. Lagerschäden kündigen sich in aller Regel durch eine Zunahme der ohnehin infolge der Rotordrehung vorhandenen Vibrationen an. Mit Hilfe des Körperschallsensors können die Pumpe nach einem Überschreiten eines vorgegebenen Grenzwertes abgeschaltet und die Lager ausgewechselt werden, bevor es zu einem Totalschaden in der Pumpe kommt. Häufige vorbeugende Instandhaltungsarbeiten sind nicht mehr erforderlich.

Als geeignete Sensoren haben sich handelsübliche Körperschallsensoren erwiesen, wie sie beispielsweise aus der Automobilindustrie zur Überwachung des Klopfens von Motoren bekannt sind. Sensoren dieser Art werden in Großserien hergestellt und sind deshalb preiswert. Sie besitzen eine Piezokeramik, bei der Schwingungen Ladungsverschiebungen bewirken. Diese können mit Hilfe einer elektronischen Einheit erfaßt und ausgewertet werden.

Der Einsatz von Körperschallsensoren hat sich als besonders vorteilhaft bei Vakuumpumpen mit Keramiklagern oder Hybridlagern erwiesen. Bei Lagern dieser Art bestehen zumindest die Wälzkörpern aus Keramik. Versuche haben ergeben, daß Keramiklager einen Schaden, der zu einem Lagerausfall führt, bereits sehr früh (viele Stunden vor dem eigentlichen Lagerausfall) durch verstärkte Vibrationen anzeigen. Es ist deshalb

nicht erforderlich, sofort nach den ersten vom Körperschallsensor gelieferten Signalen mit Notabschaltungen und/oder Betriebsunterbrechungen zu reagieren. Herstellungs- oder Fertigungsprozesse können in aller Regel noch zu Ende geführt werden. Erst danach müssen die Pumpe abgeschaltet und die Lager ausgetauscht werden.

In mehrfacher Hinsicht vorteilhaft ist weiterhin, wenn der Sensor und die elektronische Einheit breitbandig (etwa 0,1 bis 100 kHz) ausgelegt sind. Zum einen entfallen aufwendige elektronische Filtersysteme; zum anderen können störende Vibrationen mit von den Lagerfrequenzen verschiedenen Frequenzen erfaßt werden. Solche Vibrationen treten beispielsweise infolge von Unwuchten des Rotors auf. Die Gefahr der Zunahme von Rotor-Unwuchten besteht insbesondere bei Vakuumpumpen, die in Halbleiter-Beschichtungs-Anlagen eingesetzt werden. Bei diesen Anlagen gelangen staubförmige Verunreinigungen in die Vakuumpumpe, welche häufig sogar erst bei ansteigendem Druck, also im Schöpfraum der Vakuumpumpe entstehen. Diese lagern sich auf der Oberfläche des Rotors an und führen nach und nach zu Unwuchten.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand von in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 ein Turboradialgebläse mit einem Sensor nach der Erfindung,

Fig. 2 einen auf das Gehäuse der Pumpe befestigten Körperschallsensor, der über eine Kabelverbindung mit einer elektronischen Einheit in Verbindung steht und

Fig. 3 einen gemeinsam mit der elektronischen Einheit in einem Gehäuse untergebrachten Körperschallsensor, der zusammen mit dem Elektronikgehäuse am Pumpengehäuse befestigt ist.

Fig. 1 zeigt als Beispiel für eine Vakuumpumpe ein Turboradialgebläse 1 mit seinem Gehäuse 2. Innerhalb des Gehäuses 2 befinden sich der Rotor 3, bestehend aus dem Läufer 4 und der Welle 5. Der Welle 5 sind die Rotorlager 6 und 7 sowie der Antriebsmotor 8 zugeordnet.

Bei den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 1 und 2 ist der Sensor 11 unmittelbar am Pumpengehäuse 2 angeköpelt (angeschraubt). Über eine Kabelverbindung 12 ist er mit dem Gehäuse 13 verbunden, in dem sich die elektronische Einheit 14 befindet.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 befindet sich der Sensor 1 ebenfalls im Elektronikgehäuse 13. Gemeinsam mit diesem Gehäuse 13 ist er am Pumpengehäuse 2 — von außen oder von innen — befestigt. Zweckmäßig bestehen Gehäuse 13 und eine gegebenenfalls vorhandene Gehäusedichtung aus einem Hochfrequenzfelder abschirmenden Werkstoff (Metall, vorzugsweise Aluminium).

Entsprechend Fig. 3 umfaßt die elektronische Einheit einen Eingangsverstärker 17, einen Gleichrichter 18, einen Verstärker 19 und einen Controller (z. B. Mikroprozessor) 21. Hinter dem Eingangsverstärker 17 kann ein gepuffertes dynamisches Signal (Ausgang 22) abgenommen werden. Am Ausgang des Verstärkers 19 liegt ein Analogsignal vor, das am Ausgang 23 abgenommen werden kann.

Weiterhin sind drei vom Controller 21 gesteuerte Schaltausgänge 24, 25, 26 vorhanden, die beim Überschreiten eines vorgegebenen Grenzwertes beispielsweise ein Warnsignal, ein direktes Schaltsignal und ein verzögertes Schaltsignal liefern.

Zur Visualisierung des Schwingungsvorganges sowie



zur Einstellung der Schaltschwellen steht eine serielle Verbindung 27, z. B. nach RS232 Standard, mit einem PC zur Verfügung. Die zugehörige Software bringt den Effektivwert des Schwingungssignales sowie die beiden aktuellen Schwellwerte online in einem Oszillogramm zur Anzeige. Zusätzlich werden die entsprechenden digitalen Werte angezeigt sowie im Sensor integrierte Betriebsstunden- und Abschaltungszähler ausgelesen und dargestellt. Ist in der elektronischen Einheit 14 ein nichtflüchtiges Speicherelement vorgesehen, dann kann dieses der Speicherung dieser oder ähnlicher Daten dienen. Sie können in diesem Fall auch nach der Abschaltung von Pumpe und Sensor noch ausgelesen werden.

Die Überwachung der Vakuumpumpe 1 mit Hilfe des beschriebenen Sensors kann folgendermaßen durchgeführt werden:

Bei Überschreitung eines frei einstellbaren Schwellwertes wird ein erster Schaltausgang (24) gesetzt, der nach Unterschreiten der Schwelle wieder zurückgenommen wird. Üblicherweise dient dieser Ausgang zur Ausgabe einer Warnung.

Wird eine zweite, ebenfalls frei wählbare Schwelle innerhalb eines ersten Zeitabschnittes, z. B. 1 Minute, für die Dauer eines zweiten Zeitabschnittes, z. B. für mindestens 30 s, überschritten, wird der zugehörige, zweite Schaltausgang (25) gesetzt. Nach einem dritten Zeitabschnitt, z. B. 40 bis 50 s später, folgt das Setzen des dritten Schaltausganges (26). Die beiden Ausgänge 25 und 26 können zur Abschaltung und Verriegelung der überwachten Pumpe benutzt werden. Sie werden erst mit einem Versorgungsspannungsreset zurückgenommen.

#### Patentansprüche

1. Umwälzgebläse, Vakuumpumpe oder dergleichen mit einem Gehäuse (2), mit einem im Gehäuse angeordneten Rotor (3) und mit Rotorlagern (6, 7), dadurch gekennzeichnet, daß am Gehäuse (2) des Gebläses oder der Pumpe ein Körperschallsensor (11) befestigt ist und daß zur Verarbeitung und Auswertung der vom Sensor (11) gelieferten Signale eine elektronische Einheit (14) vorgesehen ist.
2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Körperschallsensor (11) ein handelsüblicher Sensor ist.
3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (11) mechanisch fest im oder am Gebläse- bzw. Pumpengehäuse (2) angekoppelt ist.
4. Maschine nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich Sensor (11) und elektronische Einheit (14) in einem Gehäuse (13) befinden, das am Gebläse- bzw. Pumpengehäuse (2) befestigt ist.
5. Maschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Sensorgehäuse (13) und eine gegebenenfalls vorhandene Gehäusedichtung aus einem Hochfrequenzfelder abschirmenden Werkstoff (Metall, vorzugsweise Aluminium) besteht.
6. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie mit Keramiklagern (6, 7) ausgerüstet ist.
7. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Einheit (14) mit einem Mikroprozessor (21) ausgerüstet ist.
8. Maschine nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Sensor (11) und elektronische Einheit (14) breitbandig ausgelegt sind.

9. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Einheit (14) mit Schaltausgängen (24 bis 26) ausgerüstet ist, welche Warnsignale, direkte Schaltsignale oder verzögerte Schaltsignale liefern.

10. Maschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich Ausgänge (22, 23) für dynamische und/oder analoge Signale vorgesehen sind.

11. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Bestandteil der elektronischen Einheit (14) ein Betriebsstundenzähler und/oder ein Abschaltungszähler ist.

12. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Einheit (14) mit einem nichtflüchtigen Speicherelement ausgerüstet ist.

13. Verfahren zum Betrieb einer Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreitung eines frei einstellbaren Schwellwertes ein Schaltausgang gesetzt wird, der die Abgabe eines Warnsignals auslöst und nach Unterschreiten der Schwelle wieder zurückgenommen wird.

14. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß — wenn eine zweite, frei wählbare Schwelle innerhalb eines bestimmten Zeitabschnittes für einen kleineren, in diesem Zeitabschnitt liegenden zweiten Abschnitt überschritten wird — ein zweiter Schaltausgang gesetzt wird, daß — wenn nach einem dritten Zeitabschnitt die zweite Schwelle noch nicht unterschritten worden ist — ein dritter Schaltausgang gesetzt wird und daß mit Hilfe des zweiten und des dritten Schaltausganges Abschaltungen, Verriegelungen usw. der überwachten Pumpe durchgeführt werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

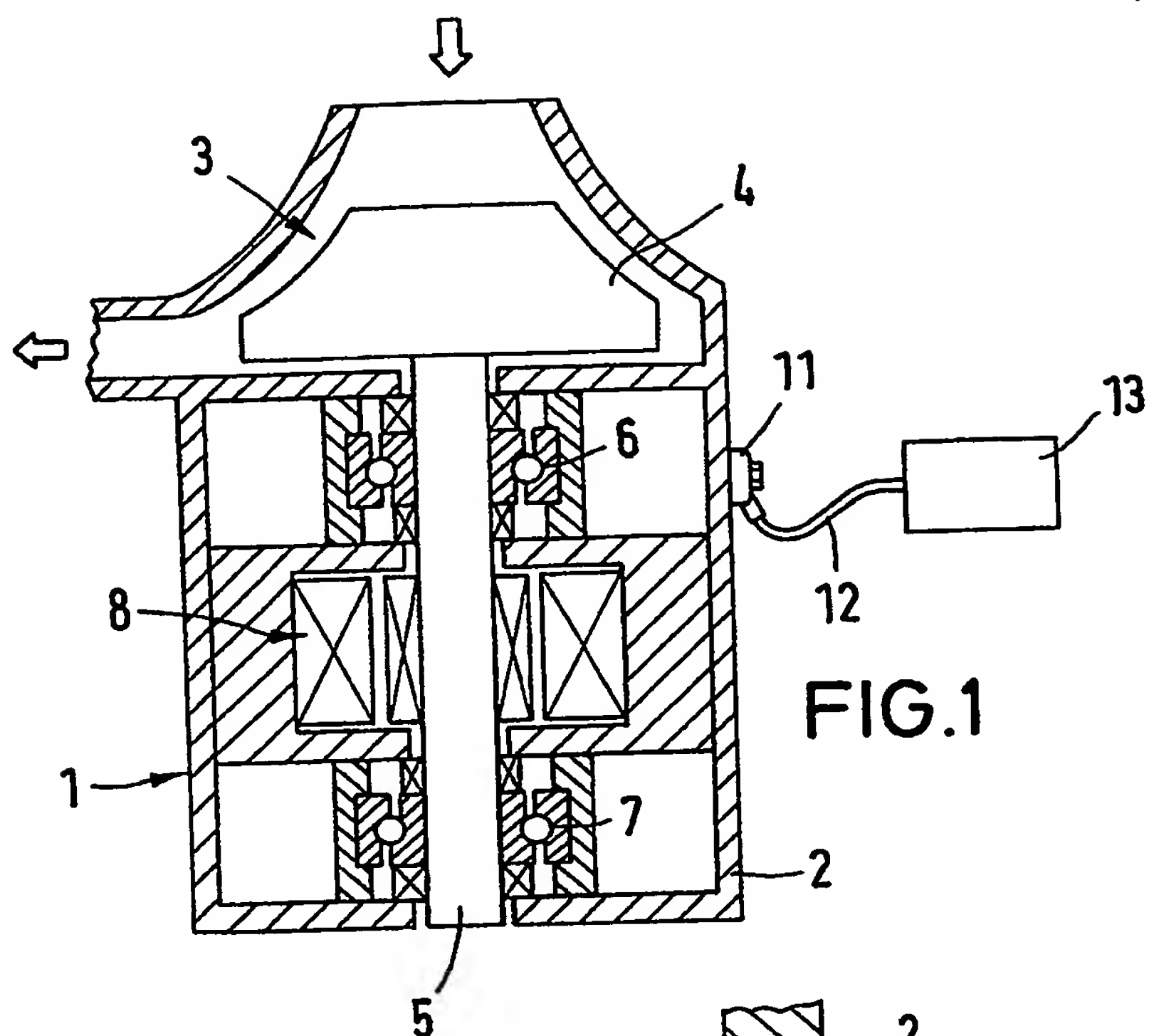


FIG. 2

